

大阪府立大学と国立天文台：包括的な研究協力協定書を締結 プレスリリース補足資料

2021 年 3 月 1 日

【超広帯域受信機の開発：1.85m 電波望遠鏡での広域観測】

星が誕生する場である星間分子雲には様々な分子が存在し、その分子から放出される電波を観測することで、星が生まれる様子を明らかにする事ができます。その電波は分子によって異なった特徴的な周波数を持っており、非常に広い周波数範囲に渡って数多く検出されています。そのため、広い周波数範囲を一度に観測できる受信システムの開発が追求され、例えばアルマ望遠鏡では、惑星形成生の場合での星間分子の化学的多様性が明らかになって来ました。2018 年度に採択された科学研究費助成事業の新学術領域研究「新しい星形成理論によるパラダイムシフト：銀河系におけるハビタブル惑星開拓史の解明」の計画研究 B1 班：「巨大分子雲における星団形成機構の観測的解明」（大西利和代表）では、その周波数範囲の広帯域化をさらに進め、同時に観測できる周波数範囲を数倍に広げます。さらに、大阪府立大学の 1.85m 電波望遠鏡を南米チリ・アタカマ高地に移設し、この望遠鏡にその受信機を搭載します。これにより、南天の銀河面・大小マゼラン雲の分子雲の詳細な性質を広範に明らかにします。

今回の協定と共に締結した「公立大学法人大阪大阪府立大学 1.85m 電波望遠鏡移設に関する覚書」は、上記の新学術領域研究を推進する物で、1.85m 電波望遠鏡をチリ・アタカマに移設する際の協力に関する覚書です。

また、受信する周波数範囲の広帯域化に成功し、現在、国立天文台野辺山宇宙電波観測所内に設置されている 1.85m 電波望遠鏡へ搭載、試験観測に成功しました。広帯域受信に必須な超伝導デバイスは、国立天文台の小嶋氏が作成した装置です。この広帯域化は、「アルマ望遠鏡将来開発ロードマップ」にも重点項目として取り上げられており、アルマや他の大型電波望遠鏡への応用が期待されます。



図：大阪府立大学の 1.85m 電波望遠鏡。現在、国立天文台野辺山宇宙電波観測所で運用されている。

【アルマ望遠鏡バンド 4 受信機の開発】

アルマ望遠鏡では、観測する電波を 10 の周波数帯（バンド）に分けて受信します。各周波数帯の電波をもっとも効率よく受信するために、それぞれの周波数帯に特化した専用の受信機が開発されました。日本はこの 10 の周波数帯のうちバンド 4（受信周波数 125～163 GHz）、バンド 8（385～500 GHz）、バンド 10（787～950 GHz）の 3 つの周波数帯の受信機開発を分担しました。アルマ望遠鏡が観測するミリ波・サブミリ波は発信・受信ともに高い技術が必要で、また空気中での減衰も大きいため、民生品としてはあまり作られていません。そのため、アルマ望遠鏡に使われる高感度受信機は、日本では国立天文台先端技術センターが中心となって 2004 年から開発を行いました。

大阪府立大学では、小川英夫教授（当時、現在客員教授）を初めとして、バンド 4 受信機の基礎開発

技術研究に深く携わりました。小川教授の下で博士の学位を取得して国立天文に移籍した浅山信一郎氏（現在 SKA 観測所の System Scientist）は、バンド 4 受信機の基本設計を主導したのち、チリ現地にてバンド 4 受信機の搭載試験観測を主導しました。

「日本が開発したアルマ望遠鏡バンド 4 受信機による初めての天体電波画像の撮影に成功」

https://alma-telescope.jp/news/mt-4_7

・浅山信一郎氏

http://michitake.osakafu-u.ac.jp/2018/09/25/alma_observatory/

【アルマ望遠鏡バンド 10 受信機の開発】

バンド 10（787～950 GHz）は、アルマ望遠鏡の中で最も周波数が高く、受信機開発が最も困難な周波数帯です。2007 年に大阪府立大学大学院の博士課程に進学し、同時に国立天文台特別共同利用研究員となった、小嶋崇文氏（現在、国立天文台先端技術センター准教授）は、受信機の中核部である超伝導デバイスの開発を行い、バンド 10 受信機開発の成功に大きく貢献しました。

・小嶋崇文氏

http://michitake.osakafu-u.ac.jp/2018/11/07/kojima_ob/

- 広帯域超伝導デバイスの開発について

<https://alma-telescope.jp/news/kojima-201812>

【アルマ共同科学研究事業でのアルマ望遠鏡を用いた星形成研究】

宇宙物理学研究室の大西利和教授のプロジェクトとして、2016 年度アルマ共同科学研究事業が採択されました。この事業は、大学等において、アルマを用いた科学研究を推進する事業です。2 名の研究員を迎え、太陽のような恒星の形成メカニズム、大小マゼラン雲における大質量星形成メカニズムの解明等、アルマを用いた星形成研究を推進してきました。

「関連するプレスリリース」

・アルマ望遠鏡が目撃したダイナミックな星の誕生

<https://www.nao.ac.jp/news/science/2014/20140703-alma.html>

・大マゼラン雲における大質量星形成をとらえたー アルマの見た「2羽の孔雀」分子雲が物語る 2 億年の宇宙史

<https://alma-telescope.jp/news/press/magellan-201911>

・アルマ望遠鏡が追う星のヒナ誕生までの 10 万年ー星の卵の「国勢調査」ー

<http://www.osakafu-u.ac.jp/press-release/pr20200807/>

【野辺山 45m 電波望遠鏡による重水素を含む分子を検出する受信機の開発】

野辺山 45m 電波望遠鏡に搭載されている マルチビーム受信機や、電波伝送系の開発等を主導してきました。この度、野辺山 45m 電波望遠鏡での重水素を含む分子を用いた星形成の極初期段階を解明するプロジェクト、科学研究費助成事業の基盤研究 (S)「重水素分子で探る星形成の極初期」(代表：国立天文台宇宙電波観測所所長 立松健一氏) が 2020 年度に採択されました。このプロジェクトでは、重水素を含む分子と一酸化炭素分子を同時に観測可能で、複数の眼を持つマルチビーム受信機を開発します。大阪府立大学のグループは、今までの受信機開発の経験を活かして、この新しい受信機開発を行っています。

・ 今までの受信機開発の例

<https://www.nro.nao.ac.jp/news/2013/tac100GHz2beam.html>

<https://www.nro.nao.ac.jp/astronomer/NRO-sokuhou/134.html>

<https://www.nro.nao.ac.jp/astronomer/NRO-sokuhou/sokuhou131~150/131.pdf>

【本補足資料に関する問い合わせ先】

大阪府立大学大学院理学系研究科物理科学専攻 宇宙物理学研究室 教授 大西利和

E-mail: ohnishi_at_p.s.osakafu-u.ac.jp (_at_ を@に置き換えて下さい)